

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE FARMACOLOGÍA,  
BROMATOLOGÍA Y TOXICOLOGÍA**

**Detección y cuantificación de plomo en muestras de  
sangre venosa de escolares de 12 a 17 años de la  
urbanización La Primavera del distrito del Agustino  
mediante el método de espectrofotometría de absorción  
atómica**

**TESIS**

**para optar al título profesional de Químico Farmacéutico**

**AUTORES**

**Carol Cinthia Castro Pillaca**

**Fernando Sobrado Siuce**

**ASESOR**

**Jesús Lizano Gutiérrez**

**Lima – Perú**

**2010**

*A Dios por regalarme día a día el milagro de la vida*

*A Claudia y Augusto, mis padres por apoyarme diariamente*

*A mi familia entera por ser el motor que impulsa mi vida*

*A mi gran amigo y compañero de Tesis Fernando, por aceptar este reto*

***Carol***

*A Dios que me ilumina día a día*

*A Haydee mi madre y Teófanis mi padre*

*A mi familia y a mi gran amiga Carol*

***Fernando***

***Nuestro Sincero Agradecimiento:***

*Al Asesor del Presente Trabajo*

*Q.F.Tox. Jesús Lizano Gutierrez*

***A los Señores miembros del Jurado Calificador y Examinador***

*Dr.Mesías Moisés García Ortiz*

*Dr. Manual Torres Roca*

*Dr. Juan Parreño Tipean*

*Dr. Alfonso Apesteguía Infante*

# INDICE

**PAG**

## RESUMEN

## SUMMARY

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. HIPÓTESIS	3
1.2. OBJETIVOS	3
1.2.1. General	3
1.2.2. Específicos	3
II. GENERALIDADES	4
2.1. EL PLOMO	5
2.1.1. Propiedades Fisicoquímicas	5
2.1.2. Fuentes Principales de Contaminación	5
2.1.2.1. Contaminación Industrial	5
2.1.2.2. Contaminación Alimentaria	7
2.1.2.3. Contaminación Ambiental	9
2.1.3. Límites de Exposición	10
2.1.4. Toxicocinética	10
2.1.4.1. Vías de Penetración	10
2.1.4.2. Distribución y Almacenamiento en el organismo	12

2.1.4.3. Vías de Eliminación .....	14
2.1.5. Toxicodinamia .....	15
2.1.6. Manifestaciones Clínicas .....	17
2.1.6.1. Intoxicación Aguda .....	17
2.1.6.2. Intoxicación Crónica .....	17
2.1.7. Tratamiento de la Contaminación por Plomo .....	19
 III. PARTE EXPERIMENTAL .....	 20
3.1. MUESTRA DE ESTUDIO .....	21
.....	21
3.2. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS .....	
3.2.1. Material de Laboratorio .....	21
3.2.2. Equipo de Laboratorio .....	21
3.2.3. Reactivos .....	22
3.3. METODOLOGÍA .....	22
3.3.1. Fundamento del Método .....	22
3.3.2. Preparación de Reactivos, Estándar y Muestras.....	23
3.3.3. Procedimiento .....	25
 IV. RESULTADOS .....	 27
 V. DISCUSIONES.....	 39

VI.	CONCLUSIONES .....	41
VII.	RECOMENDACIONES .....	42
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44
IX.	ANEXOS .....	50

## **RESUMEN**

En el presente trabajo de investigación se realizó la determinación de los niveles de plomo en sangre de una población de 40 adolescentes de 12 a 17 años de edad, quienes cursan educación secundaria en el colegio “Toribio Rodríguez de Mendoza” ubicado en la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino que por la cercanía geográfica a una empresa metalúrgica motivó la realización del presente estudio. Asimismo se cuantificó la hemoglobina para determinar su correlación con la exposición a dicho metal.

La cuantificación del plomo se realizó por Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito, y el dosaje de Hemoglobina se realizó por el método de la Cianometahemoglobina, encontrándose los siguientes resultados: una media de 2,89 ug de plomo/dL de sangre, este nivel es considerado como normal según la OMS (para adolescentes mayores de 12 años hasta 40ug/dL) y una media de 12,73 g/dL para la concentración de hemoglobina.

Palabras Clave: Niveles de Plomo en Sangre, Espectrofotometría de Absorción Atómica, Determinación de Hemoglobina, Método de Cianometahemoglobina.



## SUMMARY

In the present study was realized the determination of the levels of lead in blood of a population of 40 teenagers from 12 to 17 years of age, who deal secondary education in the college " Toribio Rodríguez of Mendoza " of the Urb. La Primavera of the District of El Agustino, being this geographical nearness motivate of accomplishment of the study, for being a pollution source of lead. Likewise the hemoglobin was quantified to determine his correlation with the exhibition to the above mentioned metal.

The quantification of lead was realized by means of the Atomic Absorption Espectrophotometry with Graphite Furnace, and the Hemoglobin dosage was realized for Cianometahemoglobin Method. The following results were found: average of 2,89 ug of lead/dL of blood, this level is mentioned like normal y according to the WHO (for teenagers 12-year-old major until to 40ug/dL) and a average of 12,73 g/dL for the hemoglobin concentration

Key words: Blood Lead Levels, Atomic Absorption Spectrophotometry with Graphite Furnace, Determination of Hemoglobin, Cianometahemoglobin Method.

## I. INTRODUCCIÓN

Las industrias en el Perú y en el mundo están presentando un notable crecimiento, trayendo consigo muchas consecuencias desfavorables, entre éstas podemos mencionar el depósito de elementos potencialmente tóxicos al organismo como es el plomo. En nuestro país aún existe poca conciencia, tanto de la población como de las autoridades, de los riesgos ocasionados por la exposición sostenida y prolongada del metal mencionado.

La contaminación por plomo es un problema detectado hace décadas, primero en el ambiente laboral y posteriormente en el ambiente de sectores urbanos o rurales cercanos a fundiciones, mineras u otras fuentes de emisión.

Entre los principales efectos del plomo se hallan los trastornos en el metabolismo celular y las alteraciones en el sistema nervioso central.<sup>1</sup> El sistema nervioso es el principal tejido dañado, incluso a concentraciones bajas, encontrando los mayores niveles de plomo principalmente en la sustancia gris y los núcleos basales. La neurotoxicidad que produce la intoxicación plúmbica crónica conlleva a severos trastornos de las funciones cognitivas, que se expresan en problemas de aprendizaje, conducta y problemas neurológicos, como cefalea, disminución de la agudeza visual, alteraciones del lenguaje y retraso mental.<sup>2</sup>

Los síntomas clínicos causados durante la intoxicación por plomo en el organismo son variables, según la vía de ingreso, cantidad absorbida, tiempo de exposición y las características propias del individuo.

Además el plomo al verterse y depositarse en cuerpos de agua, destruye la vegetación, los peces, los moluscos, las aves marinas y especialmente, el

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

plancton (organismos microscópicos tanto animales como vegetales que se encuentran continua o temporalmente flotando en el agua).<sup>3</sup>

Los niveles de plomo en sangre que se admiten como aceptables han sido reformulados a medida que se ha ampliado el conocimiento de los trastornos que produce este metal en el hombre. En la actualidad, el Centro de Control de Enfermedades de los Estados Unidos (CDC) aconseja que los habitantes en general deben tener niveles de plomo en sangre por debajo de los 10 ug/dL, considerándose intoxicación por plomo a niveles mayores.<sup>4</sup> Mientras que la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica como valores normales de plomo hasta 40ug/dL, para niños mayores de 12 años y adultos.

Las emanaciones tóxicas industriales son una de las mayores fuentes de contaminación. Entre éstas podemos mencionar las fábricas que utilizan plomo como insumo, recicladoras de chatarra cuyas plantas están ubicadas en plena zona urbana; el plomo presente en la gasolina de los vehículos que transitan por las diferentes avenidas y por último podemos mencionar el plomo presente en las pinturas las cuáles al resquebrajarse produce una gran cantidad de partículas de plomo flotando en el aire, las cuales pueden ser inhaladas o ingeridas por los niños.

Debido a esta situación, nos planteamos desarrollar la presente investigación, observando las graves consecuencias que la exposición crónica del plomo produce en poblaciones con ciertos factores de riesgo como lo es la población en edad escolar de la urbanización de "La Primavera" en el Distrito de El Agustino susceptibles a sufrir dicha intoxicación por la cercanía a varias industrias como La Metalúrgica Peruana S.A., el Centro Papelero, La Vía de Evitamiento, de gran

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

tránsito vehicular, y el desplazamiento de trenes a distintas horas del día transportando minerales y otros materiales.

Para ello tomamos una población de 40 adolescentes en edad escolar de entre 12 a 17 años a los cuales se les realizó un análisis de Determinación de Plomo en Sangre por el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito, paralelamente se les realizó un examen de Hemoglobina por el método de Carboxihemoglobina.

### **1.1. HIPÓTESIS**

Los Escolares de 12 a 17 años del Colegio Toribio Rodriguez de Mendoza de la urbanización “La Primavera” presentan altos niveles de plumbemia debido a la exposición ambiental producida por las fuentes existentes en la zona.

### **1.2. OBJETIVOS**

#### **1.2.1. GENERAL**

- Determinar la presencia y concentración de Plomo en muestras de sangre venosa en escolares de 12 a 17 años de la urbanización “La Primavera” del distrito El Agustino.

#### **1.2.2. ESPECIFICOS**

- Determinar la plumbemia en escolares de 12 a 17 años.
- Determinar la relación entre el tiempo de residencia y la plumbemia.
- Determinar la plumbemia según sexo.
- Determinar la relación entre concentración de Hemoglobina y Plumbemia.

## **II. GENERALIDADES**

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú

## **2.1. EL PLOMO**

### **2.1.1. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS**

Es un metal blanco azulado, brillante, muy blando, maleable, dúctil y un pobre conductor de la electricidad y el calor. Número atómico 82; peso atómico 207,19; gravedad específica 11,34. Funde a 327°C y hierve a 1,525 °C. Al fundir, emite vapores que son tóxicos. Al aire forma rápidamente una capa protectora de color gris de carbonato básico que impide la corrosión posterior.

Es un metal resistente a la acción del ácido sulfúrico, pero se disuelve fácilmente con ácido nítrico y ácidos orgánicos dando lugar a sales solubles.<sup>5</sup>

### **2.1.2. FUENTES PRINCIPALES DE CONTAMINACIÓN**

#### **2.1.2.1. CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL**

En el pasado, las fuentes móviles fueron las principales contribuyentes a las emisiones de plomo a la atmósfera, pero los esfuerzos de política y reglamentación han logrado reducir drásticamente las concentraciones de ese metal en el medio ambiente, por ejemplo en EEUU cayeron 94 por ciento de 1983 a 2002.

Hoy en día las principales fuentes industriales que emiten plomo al medio ambiente son las plantas de metálica básica como fundidoras (66% de las emisiones industriales al aire) y las centrales eléctricas (26% de las descargas de la industria en aguas superficiales).<sup>6</sup> La exposición no solo es importante para los mineros que trabajan en las mismas instalaciones, sino para otros trabajadores, principalmente los del proceso de fundición, el cual es el que presenta el mayor riesgo, ya que durante la fundición el plomo calentado desprende vapores con

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

partículas de tamaño respirable ( $<5\mu\text{m}$ ) a concentraciones altas, tales como 200 a 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de aire.<sup>7</sup>

La intoxicación por plomo metálico o por sus compuestos inorgánicos (monóxido de plomo, trióxido de plomo, carbonato de plomo), se produce con más frecuencia en las industrias que se dedican a fundir, soldar, pulir plomo o sus aleaciones; también en la fundición de baterías, el templado de cables de acero y en aquellas industrias que utilizan pigmentos, antioxidantes, esmaltes para cerámica y vidrio, etc.

Según el riesgo de intoxicación, las actividades industriales se pueden clasificar en operaciones de elevado riesgo y de riesgo moderado, tomando en consideración: las características físico-químicas del plomo (polvo, aerosoles, etc.); vías de entrada; intensidad de exposición; duración, etc. Así se puede considerar que las actividades de mayor riesgo son aquellas en las que el plomo metálico o inorgánico es calentado y se forman aerosoles y humos en grandes cantidades.<sup>8</sup>

Actividades de elevado riesgo:

- Metalurgia del plomo. Fundición y refinado.
- Recuperación de plomo y de residuos metálicos que lo contengan (Chatarra).
- Industrias de la construcción (Tubos fontanería).
- Fabricación y reciclado de acumuladores eléctricos (Baterías).
- Soldadura de objetos y aleaciones de plomo.
- Tratamientos térmicos en baños de plomo.
- Fabricación de explosivos.

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

- Fabricación y manipulación de arseniato de plomo como insecticida.
- Fabricación y utilización de pinturas, esmaltes y barnices compuestos de sales y óxidos de plomo.
- Industrias del plástico que utilicen aditivos a base de plomo.

Actividades de riesgo moderado:

- Fabricación de municiones de plomo y su utilización en locales cerrados.
- Trabajos de demolición, especialmente raspado, quemado y oxicorte de materiales recubiertos con pintura de plomo.
- Fabricación de cables.
- Fabricación de tipos de imprenta.<sup>9</sup>

### **2.1.2.2. CONTAMINACIÓN ALIMENTARIA**

Además de la acumulación de plomo por causas naturales, existe aquella por causas antropogénicas, como por ejemplo, las emisiones provenientes de la combustión de gasolina. La contaminación por partículas en suspensión atmosférica también puede alcanzar el suelo por deposición seca o por arrastre. El plomo depositado en el suelo es almacenado en las raíces de las plantas debido a su poca movilidad; la contaminación atmosférica, en cambio, daña las partes aéreas de las plantas. Se necesitan concentraciones relativamente altas para producir toxicidad, por ejemplo valores como  $1000\text{mg/dm}^3$  de plomo en el suelo. Solo una pequeña parte del plomo es absorbida por la planta y el resto se deposita en la superficie de la misma, lo que constituye una amenaza para los herbívoros.

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"



Generalmente este elemento se sedimenta en las partes expuestas de la planta y se elimina por acción de un lavado simple de lluvia (entre 65% y el 100%). Las concentraciones dependen de las condiciones meteorológicas, como los vientos y precipitaciones, además de la cantidad de partículas emitidas.

El análisis de sus efectos en plantas reveló que al penetrar este elemento en el citoplasma, inhibe a las enzimas que tienen relación con el proceso clorofílico.

En los animales sucede algo parecido a lo que ocurre a las plantas con respecto al plomo. El mecanismo químico de inhibición de la clorofila en las plantas tiene su homólogo en los animales, en la síntesis de la hemoglobina en lugar de la clorofila, al inhibir los procesos enzimáticos que hacen que se formen las protoporfirinas.<sup>10</sup>

Los alimentos pueden contener pequeñas cantidades de plomo. Actualmente ya no se usa soldadura de plomo en las latas de conserva, por lo tanto se encuentra muy poco plomo en los alimentos. Hortalizas como la lechuga o espinaca pueden estar cubiertas con polvo que contiene plomo. El plomo también puede entrar a los alimentos si éstos se colocan en envases de alfarería o cerámica que han sido barnizados en forma impropia o desde cristalería con plomo. El whisky ilegal fabricado en alambique que tiene partes soldadas con este metal también puede contener plomo. El humo de cigarrillo también puede contener pequeñas cantidades de plomo. En la mayoría de los estudios más recientes, no se detectó plomo en la mayoría de los alimentos y la ingesta promedio de plomo a través de los alimentos fue de aproximadamente 1ug/kg del

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

peso corporal al día. Los niños pueden estar expuestos al plomo al llevarse las manos a la boca después de tener contacto con polvo o tierra que contiene plomo.

### **2.1.2.3. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

La población está expuesta al plomo por la ingestión de alimentos y líquidos contaminados, por inhalación de humos y polvos (la vía de absorción más importante) y por la absorción por vía dérmica (piel indemne) en el caso particular de los compuestos orgánicos. Los niños pueden ingerirlo además por su presencia en otros materiales, como es el caso de pinturas con contenido de plomo utilizadas en el recubrimiento de inmuebles o juguetes.<sup>11</sup> Aunque el sector industrial contribuye con la emisión de plomo al ambiente, en nuestros países latinoamericanos se calcula que el 80% de la contaminación, es debida a la combustión y transformación del tetraetilo de plomo proveniente de los combustibles.<sup>7</sup>

Las principales vías de absorción de compuestos de plomo son la inhalación y la ingestión. Casi el 40% de los vapores de óxido de plomo inhalados se absorben a través del aparato respiratorio. La absorción del polvo de plomo depende del tamaño (menores a 5 micras) y la solubilidad de las partículas.

A mayor carga de trabajo, mayor absorción. Una mala higiene en el trabajo, el hábito de fumar durante el mismo, por contaminación de manos y tabaco, así como la ingesta al tomar mate, aumenta la absorción por vía oral. Entre un 5 y un 10% de los compuestos de plomo ingeridos se absorben por el aparato digestivo. Esta absorción es de hasta 50 % en niños.<sup>12</sup>

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

### **2.1.3. LÍMITES DE EXPOSICIÓN**

Los niveles de plomo en sangre que se admiten como aceptables han sido reformulados a medida que se ha ampliado el conocimiento de los trastornos que produce este metal en el hombre, conllevando a una reducción gradual de los niveles normales de plomo sanguíneo, así se presenta: 60 ug/dL (1960), 40ug/dL (1971), 30 ug/dL (1975), 25 ug/dL (1985), 15 ug/dL (1990), y finalmente 10ug/dL (1991), según CDC.<sup>13</sup>

### **2.1.4. TOXICOCINÉTICA**

Las vías de entrada del plomo inorgánico en el organismo son fundamentalmente la respiratoria y la digestiva. El plomo absorbido es vehiculado por la sangre y alrededor del 90% se fija en los hematíes. La vía principal de eliminación es la renal. El plomo que se elimina por la saliva puede llegar a pigmentar el borde marginal de las encías (ribete de Burton).<sup>14</sup>

#### **2.1.4.1. VÍAS DE PENETRACIÓN**

- Vía respiratoria. - Es la vía de entrada más importante, penetrando por inhalación de vapores, humos y partículas del polvo. El grado de absorción de plomo por esta vía depende de la concentración, del tiempo de exposición, de la forma física (vapores, humos, tamaños de las partículas) y química del plomo inhalado, de factores personales (edad, tipo de ventilación), y de las condiciones ambientales (temperatura, humedad y ventilación ambientales, y nivel de esfuerzo físico).

Se puede determinar que el 75% de partículas inhaladas quedan retenidas en el tracto superior, el 25% restante logra pasar el umbral del alveolo llegando al

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

torrente circulatorio, de donde se distribuye a los huesos largos, hígado, cerebro, bazo, pulmón, músculo.<sup>15, 16</sup>

- Vía oral.- Las partículas de polvo de plomo son ingeridas directamente a través de las manos, alimentos, bebidas o cigarrillos. Constituye la segunda vía de entrada, en importancia, de plomo en el organismo. Hay también un porcentaje de plomo que después de haber sido inhalado es posteriormente vertido al tubo digestivo por los mecanismos de aclaramiento pulmonar. El plomo absorbido por esta vía es insoluble (a excepción del acetato de plomo), por ello su absorción es muy escasa (5% - 10%).<sup>17</sup>

El plomo se absorbe principalmente en el intestino, la absorción por esta vía no solo depende de la biodisponibilidad del compuesto, sino de otros factores como el vaciado gástrico, la motilidad gastrointestinal, el pH gástrico, la interacción del compuesto con otros componentes del tracto gastrointestinal, factores dietéticos y en general el ambiente químico de lumen gastrointestinal.<sup>18</sup>

La absorción intestinal de plomo se ve incrementada cuando existe deficiencia de calcio, hierro, potasio y zinc.<sup>4</sup>

- Vía cutánea.- Se debe tener en cuenta que los derivados inorgánicos de plomo no se absorben por la piel sana, mientras que los derivados orgánicos por ser muy liposolubles pueden absorberse fácilmente.<sup>19, 7</sup> Sólo el tetraetilo de plomo puede ser absorbido a través de la piel intacta.<sup>20</sup> El tetraetilo en el organismo es desalquilado y convertido en trietilo que es el que ejerce la acción tóxica. Luego sigue su transformación a plomo inorgánico.<sup>19</sup>

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

#### **2.1.4.2. DISTRIBUCIÓN Y ALMACENAMIENTO EN EL ORGANISMO**

Una vez que el plomo pasa a sangre se establece un intercambio dinámico entre los diferentes tejidos a los que el plomo se dirige. Estudios científicos realizados<sup>21</sup> sugieren que un modelo de tres compartimentos permite explicar la distribución del plomo en el organismo humano. Tras la inhalación o ingestión el plomo absorbido pasa al torrente sanguíneo, desde donde se distribuye a los diferentes compartimentos.

El 95 % del plomo sanguíneo está unido a los eritrocitos. La vida media del plomo en el compartimento sanguíneo es de 35 días, pero pueden existir grandes variaciones individuales.

El segundo compartimento lo constituyen los tejidos blandos (tejido nervioso, riñón, hígado, etc.). La vida media del plomo en este caso es de 40 días.

De entre todos los compartimentos el esqueleto es quien contiene la gran mayoría (80% - 90 %) del plomo almacenado en el organismo. La vida media del plomo en el hueso es de 20 a 30 años.<sup>21</sup> Una parte del plomo depositado a nivel óseo (tejido óseo trabecular) se encuentra en forma inestable, y por tanto fácilmente movilizable en determinadas condiciones (acidosis, descalcificación) y en equilibrio con la sangre. El resto queda almacenado (tejido óseo compacto) y va aumentando progresivamente a medida que continúa la exposición.

El almacenamiento óseo es toxicológicamente importante porque en situaciones patológicas de acidosis, descalcificación, dieta, etc.; se produce una demanda de calcio, el cual se movilizará a partir de los huesos movilizándose el

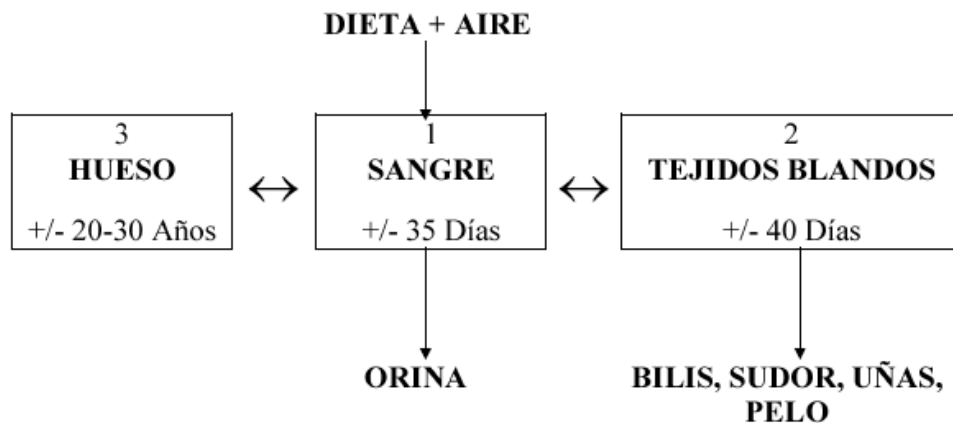
Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

plomo también, por tener un comportamiento similar al del calcio, produciéndose cuadros agudos de intoxicación; el plomo tiene una vida media de 60 a 70 años.<sup>22, 23, 6</sup>

Tanto los tejidos blandos como la sangre constituyen las unidades de intercambio activo, mientras que el esqueleto constituye la unidad de almacenamiento o de intercambio lento.<sup>24</sup>

El plomo presente en el organismo puede dividirse en dos tipos: fracción intercambiable y fracción estable. La primera fracción está dada por el plomo que se encuentra en sangre y tejidos blandos; y la segunda fracción se encuentra en huesos y dientes como resultado de una intoxicación crónica.<sup>7, 21</sup> (Figura N°1)

**Figura N° 1.** Distribución del plomo. Modelo de los tres compartimentos en el organismo humano. Puede verse la vida media del plomo en cada uno de ellos



*Fuente: Ellenhorn MJ, Barceloux DG. Medical Toxicology. Diagnosis and Treatment of human poisoning. Elsevier Science Publishing Company. New York; 1988*

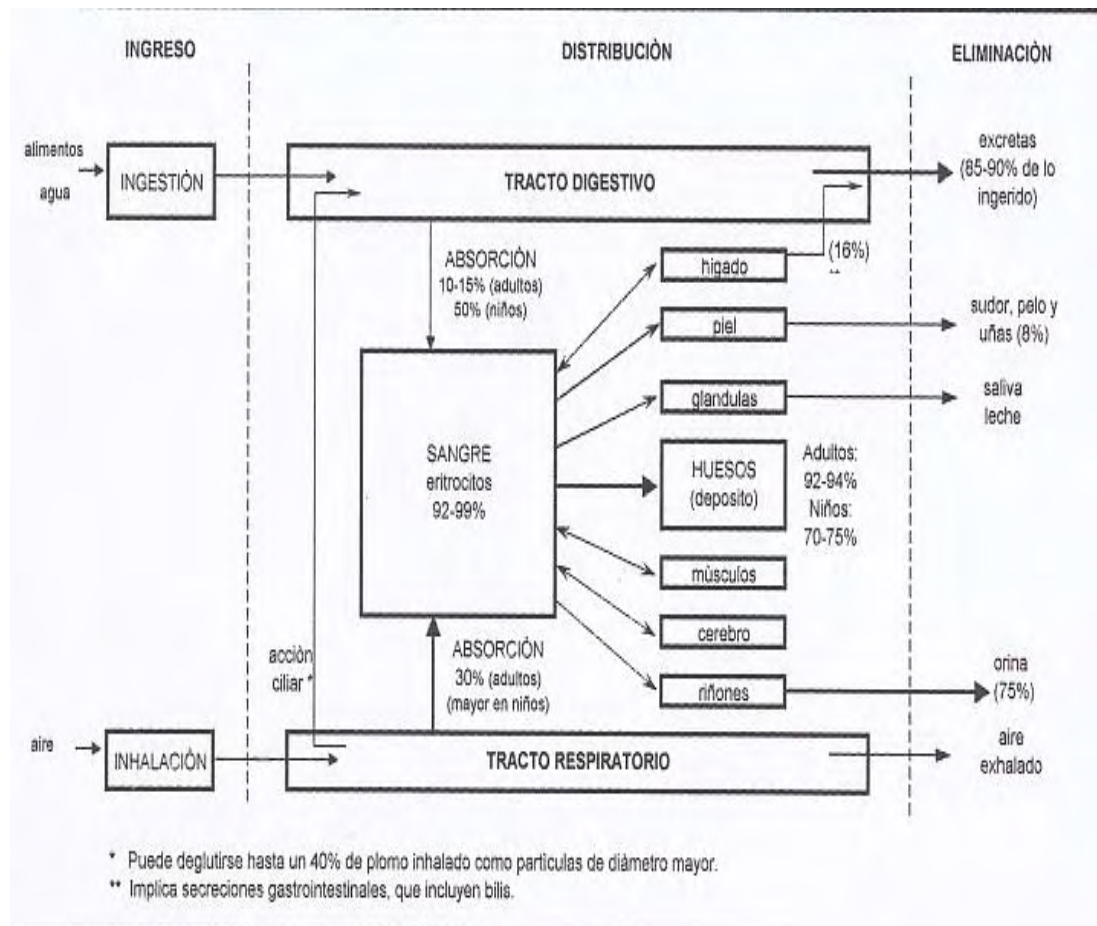
Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú

### 2.1.4.3. VÍAS DE ELIMINACIÓN

El plomo se elimina a través de orina (75%), heces, bilis (16%), cabello, lágrimas, saliva y sudor (8%), así como la leche materna.<sup>18, 17</sup> (Figura N°2)

**Figura N° 2:** Vías de Absorción, Distribución y Eliminación del Plomo en el Organismo Humano



Fuente: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. División de Salud y Ambiente. Organización Panamericana de la Salud. Introducción a la Toxicología Ambiental. México DF. Albert, L. (1997).

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

### 2.1.5. TOXICODINAMIA

Es necesario conocer los factores específicos que predisponen o que agravan los efectos del plomo para de esta manera poder comprender el problema que implica la intoxicación por plomo.

Enumeramos:

- Concentración y tipo de plomo (plomo inorgánico vs. alquilados de plomo) en la fuente de exposición.
- Tiempo de Exposición.
- Vía de entrada al organismo.
- Condición nutricional y estado de salud previos del sujeto.
- Edad del sujeto expuesto.
- Hábitos y comportamientos del sujeto que influyen en su salud (tipo de alimentación, fumar en ambientes contaminados, etc.)
- Raza y Sexo

La combinación de los factores mencionados influye directamente en la naturaleza y alcance del padecimiento del sujeto.<sup>5</sup>

La intoxicación aguda es excepcional pero posible, y produce vómitos, dolores abdominales y diarrea, pudiendo objetivarse hemólisis, citólisis hepática y afectación tubular renal de ésta forma el paciente puede fallecer en pocos días.

En la intoxicación crónica hay una fase subclínica o de impregnación, en la cual el paciente se encuentra asintomático, pero puede tener alteraciones biológicas si los niveles de plomo en sangre están entre 35 y 60 ug/dL. Esta forma es especialmente importante en niños ya que sus tejidos, en fase de

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"



crecimiento, se van impregnando de plomo y a nivel del SNC van produciendo déficit (retraso mental, alteraciones del lenguaje, del comportamiento, etc.)

La fase clínica se caracteriza inicialmente por astenia, debilidad, mialgias e irritabilidad. En sangre hay niveles de plomo de 70 - 90ug/dL y suele aparecer anemia normocítica y ligera hipocromía, acompañada de sideroblastosis, reticulosis e hipersideremia. Así el paciente presenta anorexia, estreñimiento y en casos graves, dolores abdominales (cólico saturnino) y vómitos alimentarios, de la misma forma es relativamente frecuente el hallazgo de alteraciones biológicas hepáticas.

Los efectos tóxicos que el plomo produce son muy diversos. En el Sistema Hematopoyético, el plomo produce: alteración de la síntesis de la hemoglobina, alteración en los precursores de los glóbulos rojos y una acción sobre los hematíes circulantes, produciendo una anemia moderada.<sup>7, 5</sup>

En el Sistema Nervioso, la toxicidad del plomo puede expresarse como retraso en el aprendizaje, retraso mental y hasta la muerte; debido al grado de intoxicación. Aunque el plomo causa anormalidades en el sistema nervioso central en los adultos, las neuropatías periféricas tienden a ser más prominentes.<sup>21, 25, 23</sup>

En el Sistema Urinario, en intoxicaciones crónicas, produce una nefroesclerosis grave con afectación del filtrado glomerular, degeneración tubular y fibrosis intersticial.<sup>7</sup>

En el Sistema Reprodutor, se han descrito efectos en la mujer, como abortos, disfunción ovulatoria, parto prematuro, esterilidad. En el hombre los efectos son la astenospermia, teratospermia y el hipogonadismo.<sup>2</sup>

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

### **2.1.6. MANIFESTACIONES CLÍNICAS**

Los efectos tóxicos que el plomo produce en el organismo humano son diversos y de cierta gravedad, presentando dos tipos marcados de intoxicación.

#### **2.1.6.1. INTOXICACIÓN AGUDA**

Los síntomas son:

- A nivel del aparato digestivo: cólico saturnino con dolor, vómitos y estreñimiento.
- A nivel del sistema nervioso: encefalopatía saturnina con convulsiones y coma que conduce a la muerte en dos o tres días. También puede presentarse en forma de delirio o psicosis tóxica.
- A nivel renal: albuminuria, cilindruria u oliguria.
- A veces hay afectación hepática pudiendo aparecer desde una necrosis hepática hasta una ligera citólisis.<sup>26</sup>

#### **2.1.6.2. INTOXICACIÓN CRÓNICA**

Pueden distinguirse tres fases:<sup>12</sup>

- Fase de impregnación.- Caracterizada por una plumbemia menor de 70ug/100ml. Es en esta fase cuando la acción de prevención del saturnismo es clave. No se trata todavía de una enfermedad establecida, pero existen ya datos indicadores de alteraciones metabólicas acompañadas de una sintomatología vaga e imprecisa que nos indican los primeros efectos del plomo. Puede haber estreñimiento y molestias gastrointestinales, fatiga, modificaciones del humor, pérdida de memoria y, de la capacidad de atención, dolores musculares y articulares e insomnio. Actualmente, el ribete gingival de Burton se ve muy

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

raramente. En cuanto a las alteraciones biológicas, en esta fase comienzan a evidenciarse los efectos sobre el tejido hematopoyético.

- Fase de intoxicación franca. - Las manifestaciones pueden ser:

- Alteraciones del estado general.
- Cólico saturnino.
- Polineuritis motora: Se trata de una afección motora que atañe en general a los músculos más activos de las extremidades superiores.
- Parálisis flácida y progresiva sin alteraciones sensitivas.
- Hipertensión paroxística.
- Encefalopatía saturnina.
- Afectación tiroidea: disminución de la captación de yodo por la glándula tiroides.
- Afectación testicular: hipoespermia.

Las formas más agudas pueden variar del delirio y la psicosis tóxica, a las convulsiones, coma y muerte. La forma crónica consiste en pérdida de capacidad intelectual y de rendimiento psicomotriz e incluso afasia transitoria y hemianopsia.<sup>12</sup>

- Fase de impregnación antigua. - La absorción prolongada de plomo puede tener como consecuencia hipertensión permanente, nefritis crónica a menudo asociada a gota y alteraciones cardíacas.<sup>12</sup>

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

### **2.1.7. TRATAMIENTO DE LA CONTAMINACIÓN POR PLOMO**

En caso de ingesta oral reciente habrá que tomar medidas de descontaminación digestiva habituales (vaciado gástrico, carbón activado, etc.). En la mayoría de los casos la intoxicación es del tipo crónica y el tratamiento fundamental es retirar al paciente de la fuente de exposición al tóxico.

En las intoxicaciones por plomo metal o sus compuestos inorgánicos debe decidirse si se aplica tratamiento quelante con EDTA cálcico disódico, D-penicilamina o dimercaprol (BAL). Los quelantes forman complejos inertes y estables con el plomo, que son excretados por la orina.<sup>27</sup>

En las intoxicaciones agudas o en las agudizaciones de intoxicaciones crónicas, en las que el enfermo esté sintomático, con signos de toxicidad biológica o con plumbemias superiores a 70ug/dL debe instaurarse tratamiento quelante. El EDTA cálcico disódico es el quelante de elección.<sup>27</sup>

En general se utilizan tres compuestos para quelar plomo: British Anti-Lewisite (BAL), Ácido etilen-diamino-tetra-acético (EDTA) y D-Penicilamina.<sup>2</sup>

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

### **III. PARTE EXPERIMENTAL**

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú

### **3.1. MUESTRA DE ESTUDIO**

El presente trabajo se realizó en 40 adolescentes en edad escolar entre varones y mujeres del colegio: “Toribio Rodríguez de Mendoza” de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino, cuyas edades fluctúan entre 12 y 17 años de edad.

De cada adolescente se obtuvo la muestra de sangre por punción venosa, recolectando en un tubo vacutainer 5 mL de sangre, que contenía el anticoagulante apropiado (heparina litio). Inmediatamente las muestras fueron rotuladas y trasladadas en una caja térmica a temperatura adecuada ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ) para su posterior análisis.<sup>2</sup>

### **3.2. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS**

#### **3.2.1. MATERIAL DE LABORATORIO**

- Tubo Vacutainer 5mL con Heparina Litio.
- Pipetas automáticas calibradas.
- Fiolas de 100mL.
- Fiolas de 10mL.
- Gradillas.
- Cooler-Hielo Gel ( $4^{\circ}\text{C}$ ).

#### **3.2.2. EQUIPO DE LABORATORIO**

- Equipo de Absorción Atómica Perkin Elmer modelo Análisis 600 con lámpara de deuterio y factor de corrección, un Horno de Grafito HGA-600.  
(Ver anexo 2)

Bach. Castro C, Sobrado F. “Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica”

- Autosampler AS-800
- Lámpara EDL System II
- Tubo de Grafito Piroítico (BO10-9322) con Plataforma L'vov (BO10-9324)
- Agitador mecánico

### **3.2.3. REACTIVOS**

- Solución de Fosfato de amonio al 10% Perkin Elmer Pure
- Tritón X-100 Electroforesis Fisher Bioagent.
- Estándar de Plomo 1000mg/L
- Acido Nítrico Grado Ultrex
- Agua Ultrapura
- Reactivo de Cianometahemoglobina

## **3.3. METODOLOGÍA**

### **3.3.1. FUNDAMENTO DEL MÉTODO**

El método de absorción atómica está fundamentado en el paso de un haz de luz monocromática con una frecuencia de tal forma que puede ser absorbida por el analito, el cual previamente ha sido vaporizado por tratamiento térmico inducido por resistencia eléctrica en un horno de grafito.

La cantidad de luz absorbida es directamente proporcional al número de átomos presentes en la muestra. Esta absorción aumenta con la concentración de los átomos en el medio absorbente, es decir, la medida de la absorción aumenta con la concentración del elemento en la muestra.

## Parámetros instrumentales

Lámpara EDL (System2)	450mA
Longitud de onda	283.31nm
Ancho de banda espectral (SLIT)	2,70 nm 1,05 nm
Modo	AA-BG
Tipo de medición	Área de pico
Tiempo de integración	4s
Temperatura	1700°C
Unidades	ug/dL
Ecuación de Calibración	No linear
Volumen de muestra	20uL
Gas de cubierta	Argón

### 3.3.2. PREPARACIÓN DE REACTIVOS, ESTÁNDAR Y MUESTRAS

#### SOLUCION DILUYENTE

##### Fosfato de amonio al 0.2%(P/V) y Tritón-X-100 al 0.1%(P/V)

Medir 0,2mL de Fosfato de Amonio 10% y 0.1g de Tritón X-100 y diluirlo a un volumen de 100mL con agua ultrapura. Formándose la solución diluyente.

#### SOLUCIÓN DE ENJUAGUE

##### Tritón X-100 0,1% (P/V)

Medir 0,1mL de Tritón X-100 disolverlo y diluirlo a 100 mL con agua ultrapura. Llenar el AS-800 autosampler, enjuagar el vaso con esta solución.



## **BLANCO DE REACTIVO**

### **Acido Nítrico al 1%**

Se prepara diluyendo 1mL de HNO<sub>3</sub> grado ultrex para 100mL con agua desionizada ultrapura

## **ESTÁNDARES**

### **Estándar de Plomo 100 ug/dL**

Se prepara diluyendo 1mL de estándar Stock de Plomo (1000mg/L, P-E pure, Perkin Elmer) y 1ml de HNO<sub>3</sub> Grado Ultrex para 100ml con agua ultrapura. De esta solución tomar 10 mL y agregar 1 mL de HNO<sub>3</sub> Grado Ultrex para 100 mL de agua ultrapura.

### **Estándar de Plomo 50 ug/dL**

Se prepara diluyendo 1mL de estándar Stock de Plomo (1000mg/L, P-E pure, Perkin Elmer) y 1ml de HNO<sub>3</sub> Grado Ultrex para 100ml con agua ultrapura. De esta solución tomar 5 mL y agregar 1 mL de HNO<sub>3</sub> Grado Ultrex para 100 mL de agua ultrapura.

### **Estándar de Plomo 25 ug/dL**

Se prepara diluyendo 1mL de estándar Stock de Plomo (1000mg/L, P-E pure, Perkin Elmer) y 1ml de HNO<sub>3</sub> Grado Ultrex para 100ml con agua ultrapura. De esta solución tomar 2,5 mL y agregar 1 mL de HNO<sub>3</sub> Grado Ultrex para 100 mL de agua ultrapura.

### **3.3.3. PROCEDIMIENTO**

#### **Preparación del Estándar 25 ug/dL**

Pipetear 900uL de la solución diluyente, dentro del cubo del autosampler.

Agregar 100uL del estándar de 25 ug/dL en un cubo del autosampler. Para cada estándar, enjuagar la pipeta con la solución respectiva preparada para asegurar una mezcla adecuada. Esta solución contiene 25 ug/dL de plomo.

#### **Preparación del Estándar 50 ug/dL**

Pipetear 900uL de la solución diluyente, dentro del cubo del autosampler.

Agregar 100uL del estándar de 50 ug/dL en un cubo del autosampler. Para cada estándar, enjuagar la pipeta con la solución respectiva preparada para asegurar una mezcla adecuada. Esta solución contiene 50 ug/dL de plomo.

#### **Preparación del Estándar 100 ug/dL**

Pipetear 900uL de la solución diluyente, dentro del cubo del autosampler.

Agregar 100uL del estándar de 100 ug/dL en un cubo del autosampler. Para cada estándar, enjuagar la pipeta con la solución respectiva preparada para asegurar una mezcla adecuada. Esta solución contiene 100 ug/dL de plomo.

#### **Preparación del Blanco de Reactivo**

Se prepara un blanco conteniendo 100uL de HNO<sub>3</sub> al 1% y 900uL de diluyente. Usar esta solución como blanco en el instrumento.

#### **Preparación de la Muestra**

Pipetear 900uL de la solución diluyente, dentro del cubo del autosampler.

Agregar 100uL de la muestra de sangre directamente al cubo autosampler.

Enjuagar la pipeta para asegurar una premezcla adecuada. Analizar estas soluciones en el instrumento.

## **Técnica Operatoria**

Colocar el cubo del autosampler conteniendo la solución del blanco de reactivo en el Equipo de Absorción Atómica y realizar las lecturas correspondientes.

Colocar el cubo del autosampler conteniendo la solución del Estándar 25 ug/dL en el Equipo de Absorción Atómica y realizar las lecturas correspondientes.

Colocar el cubo del autosampler conteniendo la solución del Estándar 50 ug/dL en el Equipo de Absorción Atómica y realizar las lecturas correspondientes.

Colocar el cubo del autosampler conteniendo la solución del Estándar 100 ug/dL en el Equipo de Absorción Atómica y realizar las lecturas correspondientes

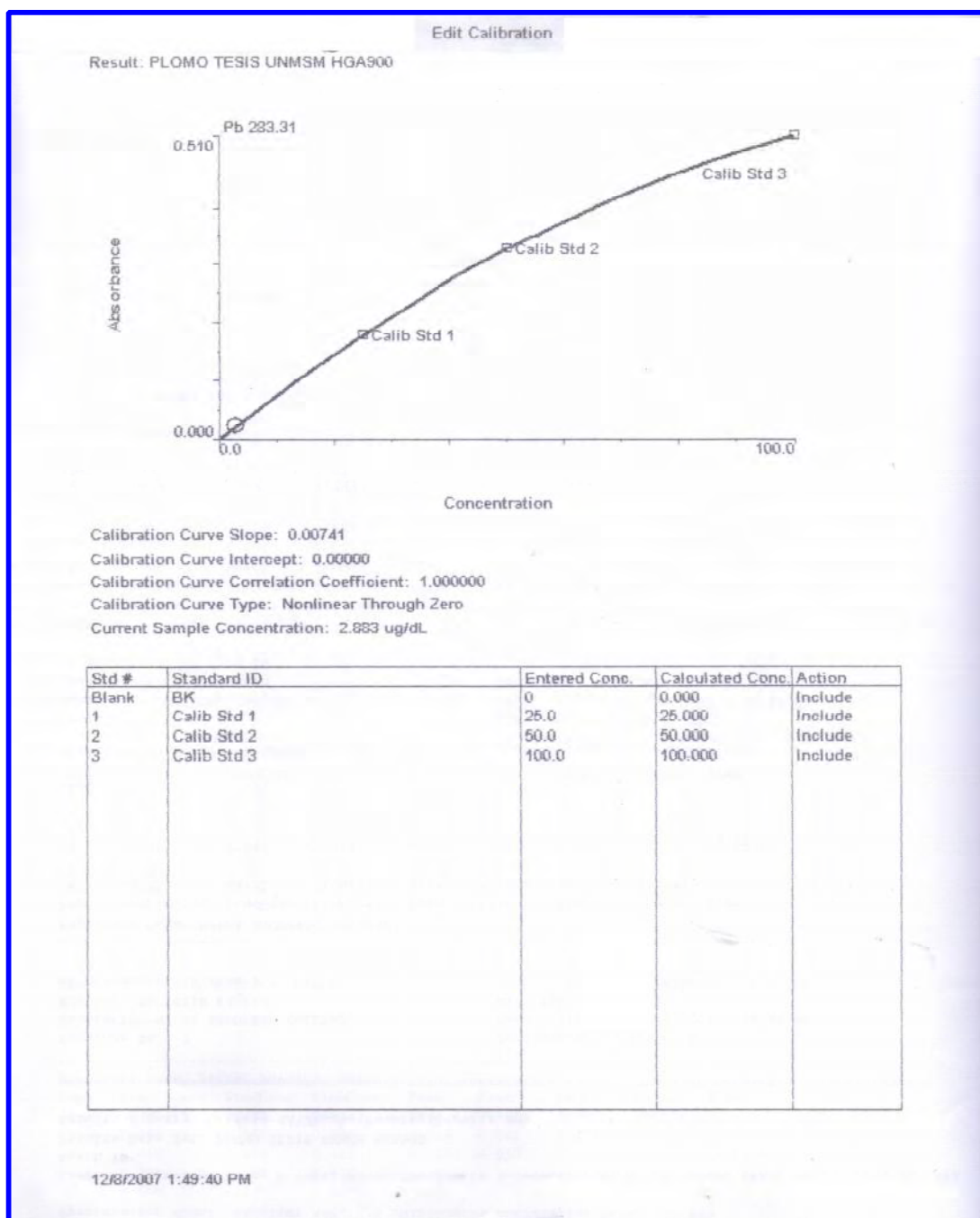
Colocar los cubos del autosampler conteniendo la solución de las muestras de análisis 25 en el Equipo de Absorción Atómica y realizar las lecturas correspondientes.

## **IV.RESULTADOS**

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú

## CURVA DE CALIBRACION



Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú

## CUADRO N° 1

### CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN SANGRE DE ESCOLARES DE 12 A 17 AÑOS DEL COLEGIO TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA

**N° de casos: 40**

**Noviembre - Diciembre 2007**

Estadístico	Valor
N° de casos	40
Promedio (ug/dL)	2,88
Media (ug/dL)	2,88
Valor mínimo (ug/dL)	1,14
Valor máximo (ug/dL)	15,3
Desviación estándar	2,16
Coefficiente de variación	0,72
Parámetro OMS (ug/dL)	40

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

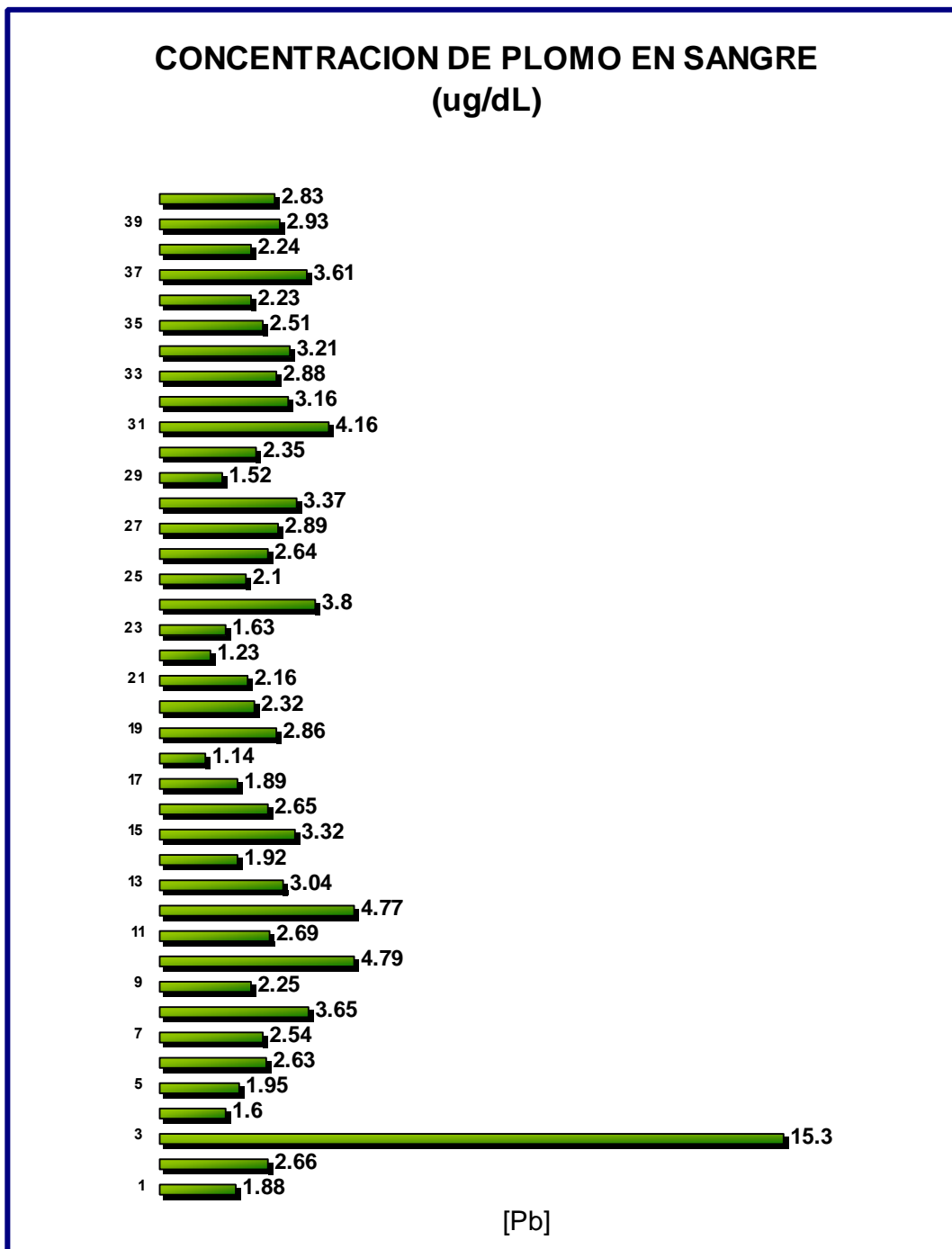
Lima - Perú

## GRÁFICA N° 1

### RESULTADOS GENERALES DE PLUMBEMIA EN ESCOLARES DE 12 A 17 AÑOS DEL COLEGIO TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA

N° de casos: 40

Noviembre – Diciembre 2007



Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú

## CUADRO Nº 2

### CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA EN SANGRE DE ESCOLARES DE 12 A 17 AÑOS DEL COLEGIO TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA

**Nº de casos: 40**

**Noviembre - Diciembre 2007**

Estadístico	Valor
Nº de casos	40
Promedio (g/dL)	12.73
Promedio mujeres (g/dL)	12,27
Promedio varones (g/dL)	13,95
Media (g/dL)	12.73
Valor mínimo (g/dL)	11,7
Valor máximo (g/dL)	14,8
Desviación estándar	0.86
Coeficiente de variación	0.067
Parámetro OMS (g/dL)	
Mujeres	12 - 15
Varones	13 - 17

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú

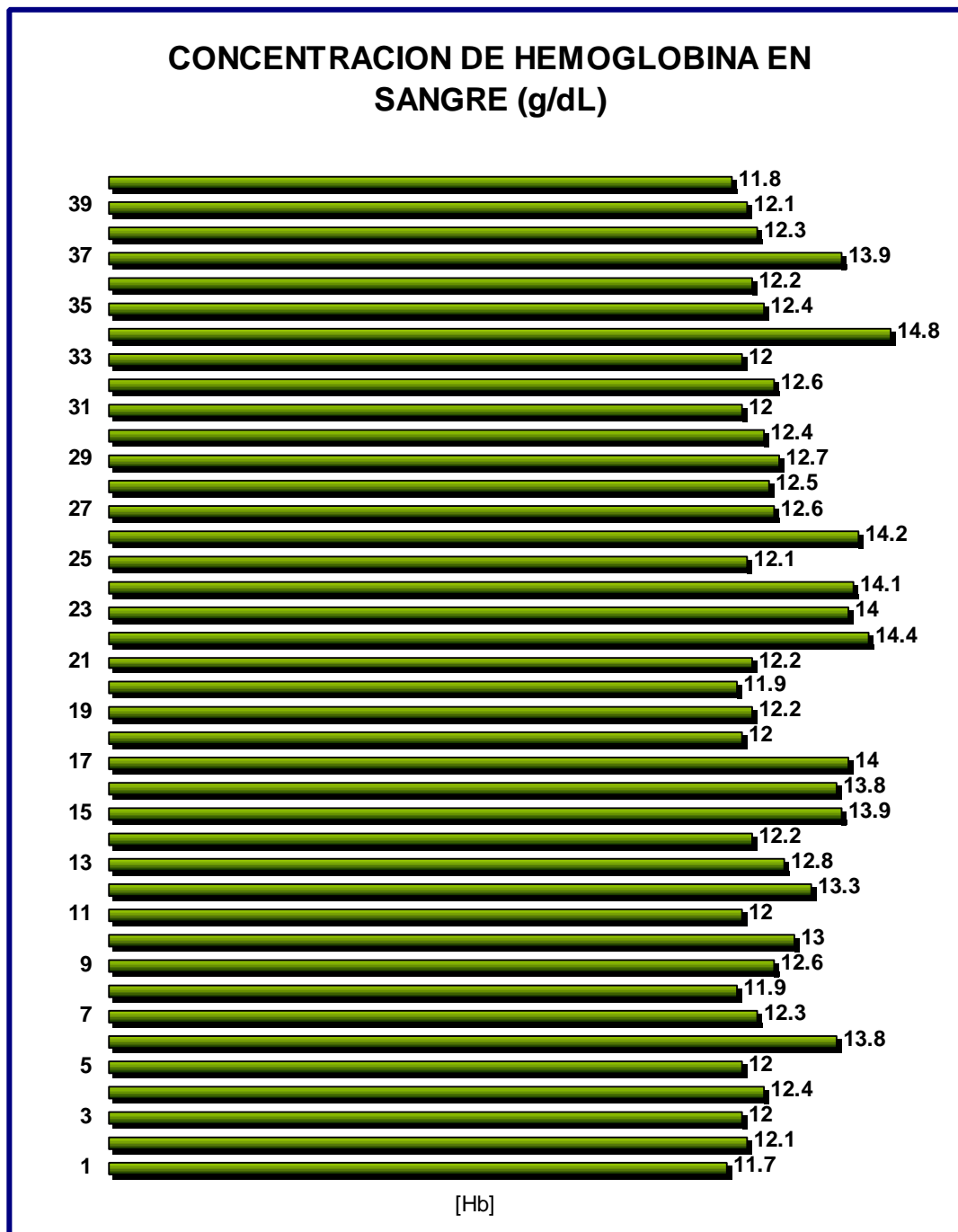


## GRÁFICA N° 2

### RESULTADOS GENERALES DE PLUMBEMIA EN ESCOLARES DE 12 A 17 AÑOS DEL COLEGIO TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA

N° de casos: 40

Noviembre – Diciembre 2007



Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú

### CUADRO Nº 3

#### DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS CASOS DE PLUMBEMIA DE ESCOLARES DE 12 A 17 AÑOS DEL COLEGIO TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA, SEGÚN CONCENTRACIÓN

**Nº de casos: 40**

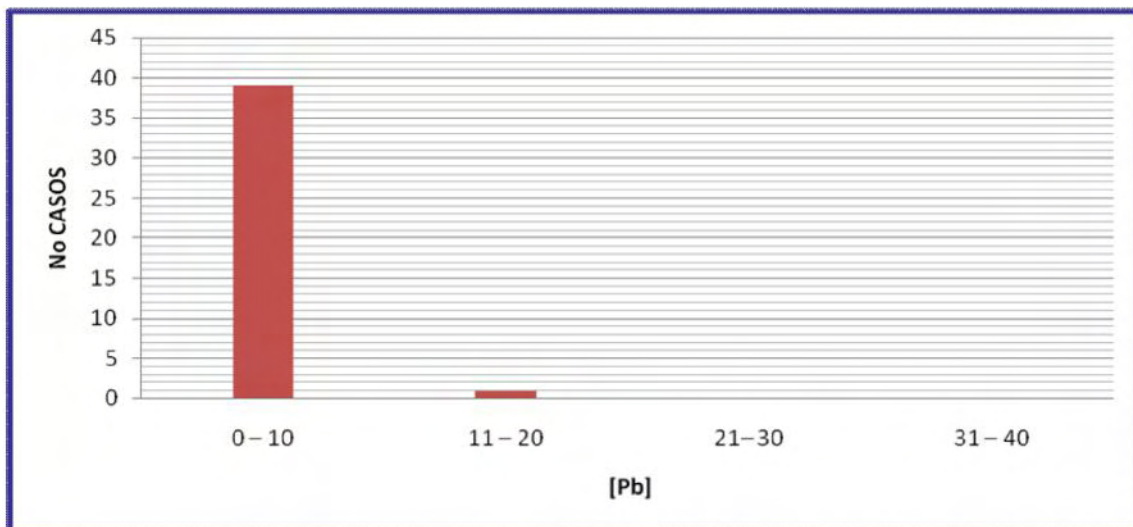
**Noviembre - Diciembre 2007**

[ Pb ] en sangre (ug/dL)	Nº de casos	Media	Distribución porcentual
0 – 10	39	2.66	97,5%
11 – 20	1	15.3	2,5%
21– 30	0	0	0%
31 – 40	0	0	0%

### GRÁFICA Nº 3

**Nº de casos: 40**

**Noviembre – Diciembre 2007**



Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú

#### CUADRO Nº 4

#### DISTRIBUCIÓN DE LOS CASOS DE PLOMO EN ESCOLARES DE 12 A 17 AÑOS DEL COLEGIO TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA SEGÚN SEXO

Nº de casos: 40

Noviembre – Diciembre 2007

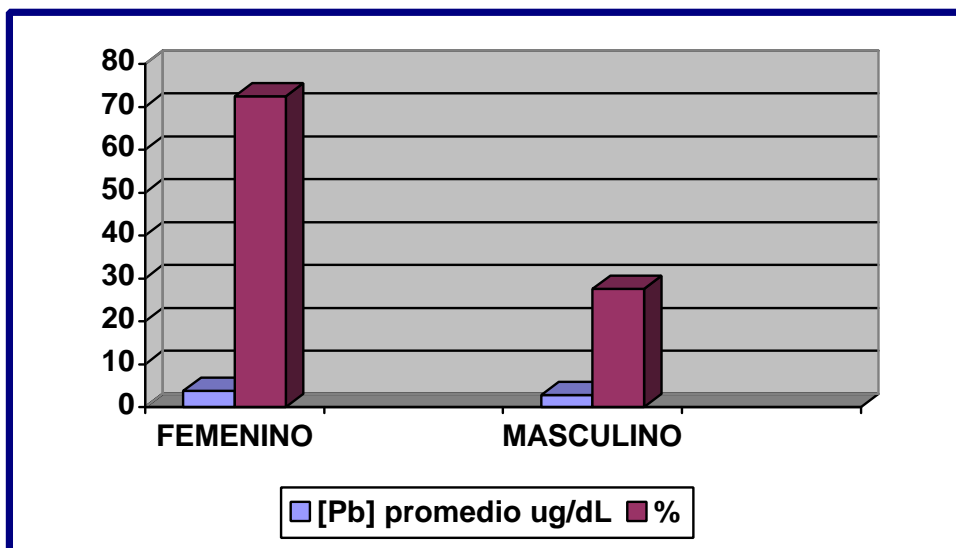
SEXO	CASOS		[Pb] sangre promedio (ug/dL)
	Nº	%	
FEMENINO	29	72,5	3,08
MASCULINO	11	27,5%	2,73

#### GRÁFICA Nº 4

#### DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN ESCOLARES DE 12 A 17 AÑOS DEL COLEGIO TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA SEGÚN SEXO

Nº de casos: 40

Noviembre – Diciembre 2007



## CUADRO Nº 5

### DISTRIBUCIÓN DE LOS CASOS DE PLUMBEMIA EN ESCOLARES DE 12 A 17 AÑOS DEL COLEGIO TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA SEGÚN TIEMPO DE RESIDENCIA EN LA ZONA DE ESTUDIO

**Nº de casos: 40**

**Noviembre – Diciembre 2007**

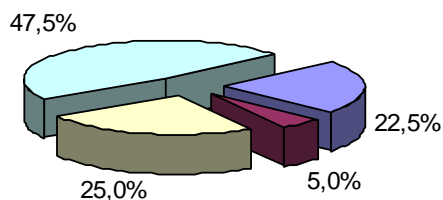
Tiempo de residencia (años)	Nº de casos	Promedio [ Pb ] en sangre ( ug/dL)	Coeficiente de variación	Desviación estándar	Distribución porcentual
0 – 5	9	2,34	0.24	0.56	22,5%
6 – 10	2	2,55	0.36	0.93	5,0%
11 – 15	10	2,94	0.22	0.65	25,0%
16 – 17	19	3,06	0.91	3.06	47,5%

## GRÁFICA Nº 5

**Nº de casos: 40**

**Noviembre – Diciembre 2007**

### DISTRIBUCION PORCENTUAL DE ESCOLARES DE 12 A 17 AÑOS DE LA URB. "LA PRIMAVERA" SEGÚN TIEMPO DE RESIDENCIA EN LA ZONA DE ESTUDIO



0 - 5
  6 - 10
  11 - 15
  16 - 17

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú

### CUADRO Nº 6

#### RELACIÓN ENTRE SEXO Y EL TIEMPO DE RESIDENCIA CON LA PLUMBEMIA EN ESCOLARES DE 12 A 17 AÑOS DEL COLEGIO TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA

Nº de casos: 40

Noviembre – Diciembre 2007

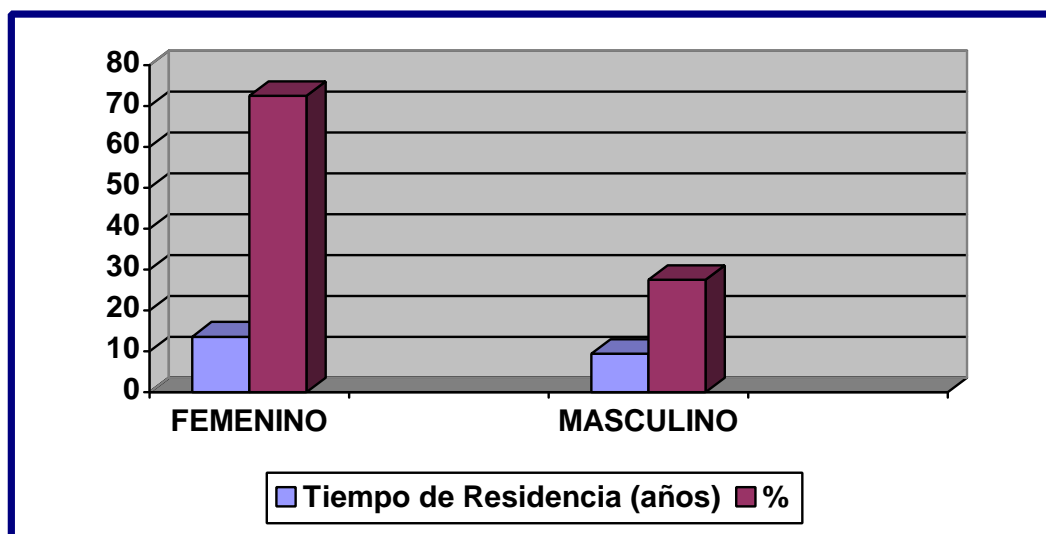
SEXO	CASOS		TIEMPO DE RESIDENCIA promedio ( años)	[Pb] sangre promedio ug/dl
	Nº	%		
FEMENINO	29	72,5	13,62	3.08
MASCULINO	11	27,5	9,45	2.73

### GRÁFICA Nº 6

#### DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL TIEMPO DE RESIDENCIA DE ESCOLARES DE 12 A 17 AÑOS DEL COLEGIO TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA

Nº de casos: 40

Noviembre – Diciembre 2007



Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú

## CUADRO Nº 7

### CUADRO DE CONCENTRACIONES DE PLOMO Y HEMOGLOBINA EN ESCOLARES DE 12 A 17 AÑOS DEL COLEGIO TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA

CasoNº	[Pb] en sangre (ug/dL)	[Hb] en sangre (g/dL)
1	1,88	11.7
2	2,66	12.1
3	15,3	12
4	1,6	12.4
5	1,95	12
6	2,63	13.8
7	2,54	12.3
8	3,65	11.9
9	2,25	12.6
10	4,79	13
11	2,69	12
12	4,77	13.3
13	3,04	12.8
14	1,92	12.2
15	3,32	13.9
16	2,65	13.8
17	1,89	14
18	1,14	12
19	2,86	12.2
20	2,32	11.9
21	2,16	12.2
22	1,23	14.4
23	1,63	14
24	3,8	14.1
25	2,1	12.1
26	2,64	14.2
27	2,89	12.6
28	3,37	12.5
29	1,52	12.7
30	2,35	12.4
31	4,16	12
32	3,16	12.6
33	2,88	12
34	3,21	14.8
35	2,51	12.4
36	2,23	12.2
37	3,61	13.9
38	2,24	12.3
39	2,93	12.1
40	2,83	11.8

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

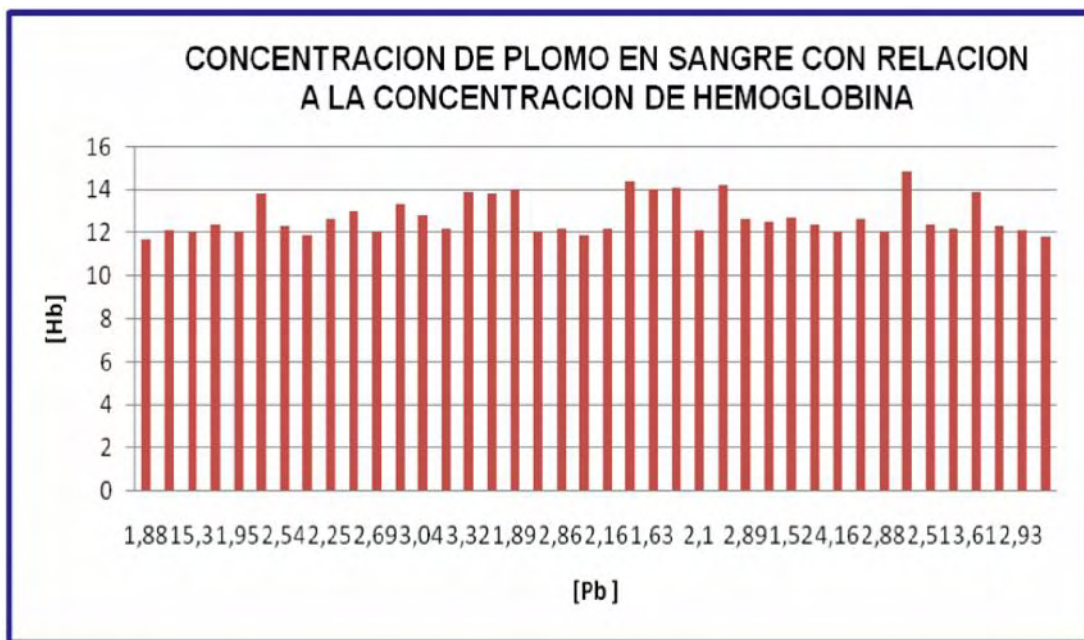
Lima - Perú

## GRÁFICA N° 7

### GRÁFICO COMPARATIVO DE CONCENTRACIONES DE PLOMO Y HEMOGLOBINA EN ESCOLARES DE 12 A 17 AÑOS DEL COLEGIO TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA

N° de casos: 40

Noviembre – Diciembre 2007



Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú

## V. DISCUSIONES

1. Los resultados obtenidos de la cuantificación de plomo en sangre de la muestra de los escolares de 12 a 17 años del colegio Toribio Rodriguez de Mendoza tiene como promedio 2,88ug/dL, esto nos indica que se encuentra dentro de lo establecido por la OMS (nivel máximo de plomo en sangre 40ug/dL) , y observamos que no hay una relación significativa entre la concentración de plomo en sangre y las fuentes de contaminación circundantes a la urbanización “La Primavera”, por lo que inferimos que las emisiones son debidamente controladas y el intercambio de aire en la zona es adecuado. Sin embargo encontramos una excepción puntual a este resultado, ver anexo N°3. Esto se debe a que el padre del adolescente era propietario de un taller de reparación de baterías de autos. Lo cual guarda relación con trabajo de García J, Mendoza M. <sup>(28)</sup>
2. El tiempo de residencia guarda relación directa con la concentración de plomo en sangre<sup>(29)</sup>, sin embargo los niveles determinados se encuentran por debajo de lo establecido por la OMS (40ug/dL).
3. El sexo no influye directamente en los resultados, encontrándose un nivel promedio de 2,73 ug de plomo/dL de sangre en varones y un promedio de 3,08 ug de plomo/dL de sangre en mujeres. Lo cual concuerda con el trabajo de Cornejo F, Zuzunaga F. <sup>(29)</sup>
4. Los niveles de Hemoglobina nos indican valores normales con un promedio 12,27 g/dL y 13,95 g/dL para mujeres y varones respectivamente, encontrándose este valor dentro de lo establecido por la OMS (12 g/dL - 15

Bach. Castro C, Sobrado F. “Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica”



g/dL y 13 g/dL a 17 g/dL para mujeres y varones respectivamente). Valores según publicación OMS <sup>(30)</sup>

5. Entre las limitaciones del estudio podemos destacar que la población no es representativa a toda la población escolar de la Urbanización la Primavera, pues no todos estudian en el colegio Toribio Rodríguez de Mendoza sin embargo consideramos que los resultados de todos serían similares por habitar en la misma zona de estudio y encontrarse expuestos a la misma fuente contaminante. Esto concuerda con el trabajo publicado por La Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica en ciudad de la Oroya. <sup>(31)</sup>

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

## VI. CONCLUSIONES

Del presente estudio se desprenden los siguientes resultados:

1. La concentración media de plomo hallada en la sangre de los adolescentes del Centro Educativo "Toribio Rodríguez de Mendoza" es de 2,88ug de plomo /dL de sangre.
2. El valor mínimo de plomo en sangre hallado fue de 1,14ug/dL y el valor máximo fue de 15,3ug/dL. Estos valores se encuentran por debajo de lo establecido por la OMS (40ug/dL).
3. El tiempo de residencia de los adolescentes en estudio guarda relación directa con la concentración de plomo en sangre.
4. El sexo no influye directamente en los resultados, se encontró un nivel promedio de 2,73 ug de plomo/dL de sangre en varones y un promedio de 3,08 ug de plomo/dL de sangre en mujeres.
5. La concentración media de hemoglobina hallada en la sangre de los adolescentes del Centro Educativo "Toribio Rodríguez de Mendoza" es de 12,73 g/dL de sangre. La concentración de hemoglobina no guarda relación con la concentración de plomo en sangre.

## VII. RECOMENDACIONES

- Realizar nuevos estudios de determinación de otros posibles contaminantes en el medio ambiente tales como Cadmio, Manganeseo y Cromo.<sup>10</sup>
- Realizar estudios de determinación de plomo en leche materna, debido a que la población pediátrica es muy susceptible a los efectos del plomo, el índice biológico de exposición con cierto nivel de seguridad según el CDC (Centro de Control de Enfermedades Atlanta, USA) es de 10ug/dL ; sin embargo no existe evidencia que niveles por debajo de 10ug/dL no produzcan deterioro en el sistema nervioso central y de las habilidades cognitivas facultativas de los niños.<sup>29</sup>
- Guarde una dieta sana. Los alimentos ricos en calcio, hierro y vitamina C (como las verduras, los frutos cítricos y los productos lácteos) pueden reducir la absorción de plomo. Las dietas ricas en nutrientes también refuerzan el sistema inmunológico.
- Solicitar a la autoridad sanitaria la fiscalización de las posibles emisiones de las diversas empresas que se ubican en los alrededores de la zona de estudio.

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

- Futuros estudios podrían explorar la relación entre los niveles de plomo al nacimiento, la evolución de su plumbemia en el tiempo y su neurodesarrollo, ampliando la investigación tal como se destaca en la Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública.<sup>(29)</sup>
- Dar a conocer a través de la prensa hablada y escrita el problema de la contaminación ambiental por plomo para evitar la intoxicación crónica.

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Arien EY. Introducción de la toxicología general. México D.F. Ed.Diana; 1978.
- 2.- La Grega MD, Buckingham PL, Evans, JC. Gestión de Residuos Tóxicos: tratamiento, eliminación y recuperación de suelos. Madrid. Mc Graw Hill Interamericana; 1998.
- 3.- Adame R, Salín DA. Contaminación Ambiental. 2da Edición. Mexico D. F. Trillas S.A ; 2000
- 4.- DOE RUN Company. Estudio de niveles de plomo en sangre de la población de la Oroya. Junín. Cepis; 2001. [Acceso 10 Julio 2008]. Disponible en: <http://www.cepis.ops-oms.org>
- 5.- Gisbert, J. Medicina Legal y Toxicología. Barcelona. Edit. Masson S.A. 5ta Edición; 1998. 835-50
- 6.- Vega J. y col. Intoxicación plúmbica crónica y alteraciones del crecimiento y del desarrollo cognitivo-emocional en niños. Anales de la Facultad de Medicina. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. 2003; 64(2):94-100.
- 7.- Corey G, Galvao L. Plomo. Serie Vigilancia 8. Metepec. OPS/OMS: 1989. 53 – 56

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú

- 8.- Medioambienteonline.com : El plomo encabeza la lista de los tóxicos del desarrollo emitidos por la industria al medio ambiente. Washington D.C. Medioambienteonline.com; 2005 [Acceso 12 Julio 2009]. Disponible en:  
<http://www.medioambienteonline.com>
- 9.- Ministerio de sanidad y Política social. Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica, "El Plomo". Madrid. Mscs.es; 1999 [Acceso 15 Agosto 2008]. Disponible en: <http://www.msc.es>
- 10.- Armas CE, Armas CE. Tecnología Ambiental. Trujillo. CONCYTEC; 2001
- 11.- Martínez, Ma. Del C.; Sosa, G. "Intoxicación por plomo". Maracay. Revista Salud de los Trabajadores. 1994; 2(2): 159-162.
- 12.- Lauwerys, Robert. R. "Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales". Barcelona. Editorial Massons; 1992.
- 13.- Howson C, Hernández M. El plomo en América. Estrategias para la prevención. México D.F. Instituto Nacional de Salud Pública; 1996.
- 14.- Dueñas A. Intoxicaciones Agudas en Medicina de Urgencia y Cuidados Críticos. Barcelona. Editorial Masson S.A. 1999
- 15.- Medicina Ambiental: Plomo, Washington D.C. OPS ( Publicación Científica N° 388). 1991; 11-15.

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

- 16.- Salazar A, Galindo L. [Tesis para optar al Título Profesional]. “ Evaluación de la Toxicidad del plomo en escolares del distrito del Agustino y Ate – Vitarte” Facultad de Farmacia y Bioquímica. UNMSM. Lima ;2000.
- 17.- Duffus J. Toxicología Ambiental. Barcelona. Ediciones Omega; 1983.
- 18.- Albert L. Introducción a la Toxicología Ambiental. Metepec. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. División de Salud y Ambiente. OPS/OMS; 1997.
- 19.- Albiano N. Toxicología Laboral. Criterios para la vigilancia de los trabajadores expuestos a sustancias químicas peligrosas. Buenos Aires. Superintendencia de Riesgos de Trabajo ; 2003.
- 20.- John D. Toxicología Ambiental. Barcelona. Ediciones Omega S.A; 1983.
- 21.- Ellenhorn M. Ellenhorn´s Medical Toxicology: Diagnosis and Treatment of Human. Pensilvania. Edit. Williams & Wilkins; 1997.
- 22.- Gonzales – Cossio T, Peterson K, Sanin LH et al. Decrease in birth weigth in relation to maternal bone lead burden. Pediatrics. 1997. Vol. 100 No. 5. 856-862.
- 23.- Schwartz B, Stewart W. Bolla K. et al. Past adult lead exposure is associated with longitudinal decline in cognitive function. New York. Neurology. 2000;55: 1144-1150.

Bach. Castro C, Sobrado F. “Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica”

Lima - Perú

- 24.- Alessio L, Foa V. Human biological monitoring of industrial chemicals series. Luxembourg. Commission of the European Communities; 1983: 107-108
- 25.- Lanphear B, Eberly S, Howard C. Longterm effect of dust control on blood lead concentrations. New York. Official journal of the American Academy of Pediatrics; 106(4) Oct 2000
- 26.- Sanz P, Nogue S, Corbella J. Alteración hepatológica en una intoxicación crónica por plomo. Madrid. An Med Int 1987; 4: 475-6.
- 27.- Cedano K, Requena L. [Tesis para optar al Título Profesional]. “ Estudio Toxicológico de los Niveles de Concentración de Cadmio, Manganeso y Plomo, en Sangre y/u Orina en Personas Expuestas en las Avs. Abancay y Alfonso Ugarte de la Ciudad de Lima”. Facultad de Farmacia y Bioquímica. UNMSM. Lima; 2007
- 28.- García G, Mendoza M. [Tesis para optar al Título Profesional]. “ Determinación de Niveles de Plomo en Escolares del Distrito de Comas”. Facultad de Farmacia y Bioquímica. UNMSM. Lima; 1999
- 29.- Cornejo F, Zuzunaga F. [Tesis para optar al Título Profesional]. “Determinación de plomo en sangre de varones y mujeres adultos del asentamiento humano Cultura y progreso del distrito de Chaclacayo”. Facultad de Farmacia y Bioquímica. UNMSM; 2007.

Bach. Castro C, Sobrado F. “Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica”

Lima - Perú



- 30.- Jean C, editor. El Uso Clínico de la Sangre. Malta. OMS; 2001.
- 31.- Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. Niveles de Plomo en sangre en recién nacidos de la Oroya. Instituto Nacional de Salud. Lima. 2008; 25 (4):355-60.
- 32.- Wright RO, Shannon M, Wright RJ, Hu H. Association between iron deficiency and low level lead poisoning in an urban primary care clinic. Boston. Am J Public Health. 1999; 89(7):1049-1053.
- 33.- Lidsky T, Schneider J. Lead Neurotoxicity in Children: Basic Mechanisms and Clinical Correlates. Philadelphia. Brain; 2003; 126:5-19
- 34.- Bradman A, Eskenazi B, Sutton P, Athanasoulis M, Goldman L. Iron deficiency associated with higher blood lead in children living in contaminated environments. Environ Health Perspect ; 2001.1079 - 1089.
- 35.- Plunkett ER. Manual de toxicología industrial. Bilbao. Ed. Urmo; 1974.
- 36.- Evans GW. Environmental stress and health. Handbook of Health Psychology. New Jersey; Erlbaum Associates; 2001:365-385
- 37.- Butter ME. ;Sims J. Gender Equity and Environmental Health: Are Women More Vulnerable to Environmental Pollution Harvard Center for Population and

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú

- 38.- Hernandez M. Estudio de plomo en sangre en poblaciones seleccionadas de Lima y Callao. Lima. Cepis; 1999. [Acceso 11 Julio 2008]. Disponible en: <http://www.cepis.ops-oms.org>
- 39.- Loomis, TA. Fundamentos de toxicología. 3ª edición. Zaragoza. Ed. Acribia; 1982.
- 40.- Moreno MD. Toxicología Ambiental, Evaluación de Riesgo para la Salud Humana. Madrid. Ed. Mc Graw Hill; 2003.
- 41.- SENATI. Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial. Control de gases contaminantes de vehículos motorizados. Lima. Tarea Asociación Gráfica Educativa; 2002: 83-151.

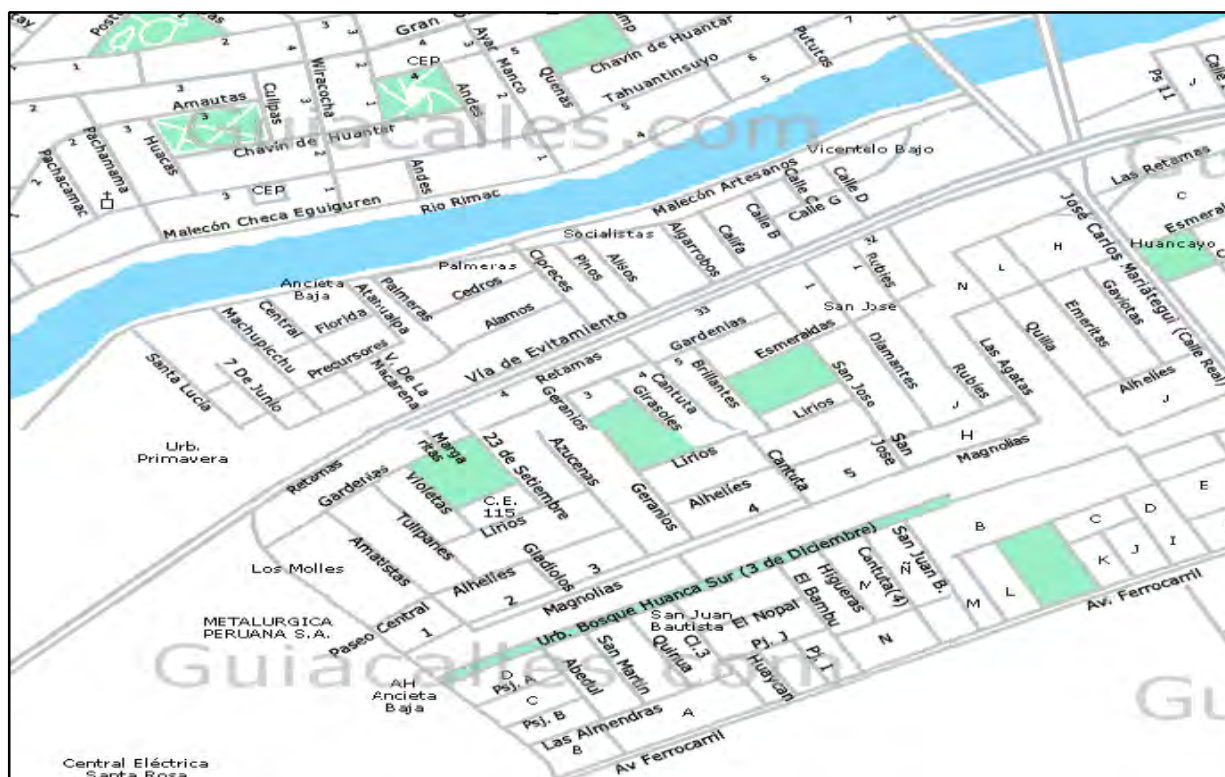
## **IX.ANEXOS**

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú

# ANEXO Nº 1

## PLANO GEOGRAFICO



Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú

## ANEXO N°2

### PERKIN ELMER MODELO ANÁLISIS 600 CON LAMPARA DE DEUTERIO Y FACTOR DE CORRECCIÓN, HORNO DE GRAFITO HGA-600



Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú

### ANEXO N°3

#### RESULTADOS GENERALES DE PLOMO Y HEMOGLOBINA EN ESCOLARES DE 12 A 17 AÑOS DEL COLEGIO TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA

Caso N°	Edad (años)	Sexo	Tiempo de Residencia (años)	[Pb] en sangre (ug/dL)	[Hb] en sangre (g/dL)
1	15	F	5	1,88	11.7
2	16	F	16	2,66	12.1
3	16	F	16	15,3	12
4	13	F	3	1,6	12.4
5	17	F	5	1,95	12
6	13	M	13	2,63	13.8
7	16	F	16	2,54	12.3
8	17	F	17	3,65	11.9
9	16	F	16	2,25	12.6
10	17	F	17	4,79	13
11	16	F	16	2,69	12
12	17	F	17	4,77	13.3
13	17	F	17	3,04	12.8
14	16	F	16	1,92	12.2
15	13	M	13	3,32	13.9
16	13	M	13	2,65	13.8
17	16	M	8	1,89	14
18	17	F	17	1,14	12
19	16	F	12	2,86	12.2
20	15	F	15	2,32	11.9
21	17	F	17	2,16	12.2
22	17	M	17	1,23	14.4
23	16	M	5	1,63	14
24	17	M	17	3,8	14.1
25	16	F	16	2,1	12.1
26	16	M	16	2,64	14.2
27	16	F	1	2,89	12.6
28	13	M	13	3,37	12.5
29	16	F	16	1,52	12.7
30	15	F	1	2,35	12.4
31	14	F	14	4,16	12
32	16	F	16	3,16	12.6
33	16	F	1	2,88	12
34	17	M	10	3,21	14.8
35	17	F	17	2,51	12.4
36	15	F	15	2,23	12.2
37	13	M	13	3,61	13.9
38	14	F	14	2,24	12.3
39	16	F	1	2,93	12.1
40	16	F	2	2,83	11.8

Bach. Castro C, Sobrado F. "Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urb. La Primavera del Distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica"

Lima - Perú